



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE EDUCACIÓN

Escuela de Educación Matemática “Miguel de Guzmán”: enseñar divulgando

Serie: Ciencias



IFIE

Aulas de Verano

educacion.es

Escuela de Educación Matemática “Miguel De Guzmán”: enseñar divulgando

Colección: Aulas de Verano
Serie: Ciencias



**Escuela de Educación Matemática
"Miguel de Guzmán": enseñar divulgando**

Colección: Aulas de Verano

Serie: Ciencias



MINISTERIO DE EDUCACIÓN

SECRETARÍA DE ESTADO DE EDUCACIÓN Y
FORMACIÓN PROFESIONAL
Instituto de Formación del Profesorado,
Investigación e Innovación Educativa

Edita:

© SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA
Subdirección General de Documentación y
Publicaciones

Catálogo de publicaciones del Ministerio:
educacion.es
Catálogo general: publicacionesoficiales.boe.es

Fecha de edición: 2010

NIPO 820-10-329-6

ISBN 978-84-369-4937-7

Depósito Legal: M-4449-2011

Imprime: Artes Gráficas Rupem S.Coop.

Dirección editorial del volumen *Escuela de educación matemática "Miguel de Guzmán": enseñar divulgando*: RAQUEL MALLAVIBARRENA MARTÍNEZ DE CASTRO

Coordinación: FRANCISCO MARTÍN CASALDERREY

Autores:

Anton AUBANELL POU
CREAMAT, Departament d'Educació,
Generalitat de Catalunya

David BLANCO LASERNA
Escritor

Constantino DE LA FUENTE MARTÍNEZ
IES "Cardenal López de Mendoza", Burgos
Sociedad Castellana y Leonesa de Educación
Matemática "Miguel de Guzmán"

Maria DEDÒ
Universidad de Milán, Italia

Santiago FERNÁNDEZ
Asesor de matemáticas del Berritzegune de Bilbao

Raúl IBÁÑEZ TORRES

Departamento de Matemáticas, Facultad de Ciencia y Tecnología
Universidad del País Vasco

Raquel MALLAVIBARRENA

Departamento de Álgebra, Facultad de Ciencias Matemáticas de la UCM

Francisco MARTÍN CASALDERREY

IES Juan de la Cierva

Juana M^a NAVAS PLEGUEZUELOS

Directora del Centro del Profesorado de Baza, Granada

Antonio PÉREZ SANZ

Director del Instituto Superior de Formación y Recursos en Red del Profesorado 2009

Josep Lluís POL I LLOMPART

CentMat Centre d'Aprenentatge Cientificomatemàtic
Societat Balear de Matemàtiques SBM-XEIX

José María SORANDO MUZÁS

Catedrático de Matemáticas. IES Elaios

ESCUELA DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA “MIGUEL DE GUZMÁN”: ENSEÑAR DIVULGANDO

El tema propuesto para la quinta edición de la Escuela de Educación Matemática Miguel de Guzmán, “Enseñar divulgando”, tuvo como objetivo animar la reflexión sobre la relación entre la divulgación de las Matemáticas y su enseñanza. Mediante ponencias y mesas redondas se abordó el tema desde varios enfoques y se mostraron iniciativas que se han ido desarrollando en los últimos años en los ámbitos de la Educación Secundaria y de la Universidad.

Miguel de Guzmán contribuyó en gran medida a la divulgación de las Matemáticas y mostró el papel tan importante de esta en la educación matemática. Tomaremos sus reflexiones como punto de partida.

Este volumen está dirigido fundamentalmente a docentes de Matemáticas de los niveles educativos de Secundaria y Universidad con interés en los aspectos divulgativos de su tarea. También está diseñado para personas dedicadas a la divulgación de la Ciencia y en concreto las Matemáticas desde los medios de comunicación, museos, literatura...

Índice

<i>Enseñar divulgando: V Escuela de Educación Matemática “Miguel de Guzmán”</i> Antonio Pérez Sanz	8
<i>Las Escuelas de Educación Matemática “Miguel de Guzmán”</i> Raquel Mallavibarrena Martínez de Castro	20
<i>La historia de las Matemáticas, un diamante en bruto</i> Santiago Fernández Fernández	28
<i>Matemática informal: ¿una contradicción?</i> Maria Dedò	46
<i>El efecto “mariposa” y la cultura matemática</i> Raúl Ibáñez Torres	72
<i>Cuatro miradas familiares a la “Ciutat de les Illes Balears”</i> Josep Lluís Pol i Llompart	92
<i>Un paseo matemático por el Parque de las Ciencias de Granada</i> Juana María Navas	116

<i>Matemáticas entre cuadros</i> Francisco Martín Casalderrey	134
<i>Cine y Matemáticas</i> José María Sorando Muzás	170
<i>Literatura en clase de Matemáticas</i> Constantino de la Fuente Martínez	200
<i>Cómo contar el mundo: un experimento con la ficción</i> David Blanco Laserna	236
<i>El reto de divulgar las matemáticas más allá de la escuela... para llegar mejor</i> Anton Aubanell Pou	252
Ediciones del Instituto de Formación del Profesorado, Investigación e Innovación Educativa	270

**Enseñar divulgando:
V Escuela de Educación Matemática
“Miguel de Guzmán”**

Antonio Pérez Sanz

1. La realidad sociológica. Cultura científica
2. El nuevo papel de las matemáticas
3. Aspectos educativos
4. Tercer pie. Los materiales

Quiero empezar esta bienvenida a los asistentes con unas palabras de Miguel de Guzmán, que encajan a la perfección con la idea que inspira el tema central de esta V Escuela de verano que lleva su nombre:

Existen constelaciones de hechos matemáticos que se prestan para hacer de ellos una novela bien interesante.

Me pregunto si el tiempo malgastado en muchos de nuestros rollos magistrales, en los que tanto abundamos los profesores de Matemáticas de todos los niveles, no podría invertirse con gran provecho en contar pausadamente alguna de estas historias apasionantes del pensamiento humano.

Enseñar y divulgar Matemáticas parecen dos actividades que viven de espaldas; de hecho, parece que en nuestro país el encuentro entre los dos verbos sea un encuentro imposible. Yo he tenido la suerte de trabajar en las dos riberas de este binomio, enseñanza y educación, y puedo afirmar con conocimiento de causa que los profesores que de alguna forma nos dedicamos a la divulgación matemática somos algo excepcional, aunque el número va en aumento. Y no digamos los divulgadores que se dedican a la enseñanza de las Matemáticas, en cualquier nivel educativo. De hecho la figura del divulgador matemático es una figura extraña en nuestro país. Miguel de Guzmán, Claudi Alsina, Raúl Ibáñez, Fernando Corbalán, Rafael Pérez y yo mismo constituíamos hace solo unos años el escaso ejército itinerante de conferenciantes de las charlas de carácter divulgativo que se impartían en la extensa geografía de nuestro país.

El nacimiento del portal de divulgación de la RSME, Divulgamat, hace más de seis años constituyó un momento importante en el proceso de sensibilización de los matemáticos sobre la necesidad de acercar su ciencia al gran público. Una de sus primeras actividades, además de la creación del portal www.divulgamat.net, fue la celebración en el Miramon Kutxaespacio de la Ciencia de San Sebastián, los días 18 y 19 de noviembre de 2004, de unas Jornadas sobre popularización de la Ciencia: las Matemáticas.

Entre las conclusiones de estas jornadas, publicadas en un libro editado por Nivola con el título *Divulgar las Matemáticas*, quiero traer aquí estas tres:

- No se debe hacer una excesiva separación entre los científicos por una parte y los ciudadanos por otra.
- La comunicación es indispensable.
- El trabajo de divulgación es incluso una obligación social, aunque poco valorada entre los científicos y profesores españoles.

Es evidente que divulgar la ciencia es una necesidad social, y mucho más en un momento en que las vocaciones científicas en Europa están en franco retroceso. En el marco de estas jornadas se remarcaron los aspectos generales en los que hacer hincapié a la hora de abordar actividades de divulgación:

- Matemáticas para la vida cotidiana.
- Matemáticas para el trabajo.
- Matemáticas como cultura.
- Matemáticas para la ciencia y la tecnología.

1. LA REALIDAD SOCIOLOGICA. CULTURA CIENTÍFICA

La inmensa mayoría de la población de nuestro país sigue asociando las Matemáticas con la escuela, y con nada más. No existen otras Matemáticas que las que “sufrieron” en las aulas del colegio o del instituto. Logaritmos neperianos, factorización de polinomios de grado 5, castillos de fracciones interminables... son las huellas más odiosas de las Matemáticas de la gente que ha cursado la enseñanza secundaria en las últimas décadas.

Por desgracia, para esas personas, la mayoría de la población, las Matemáticas son sólo eso. Recuerdos inútiles de rutinas y procesos complicados que no han vuelto a utilizar en su vida. Porque, seamos serios, ¿qué político, periodista, médico, fontanero, carpintero, economista, químico, antropólogo, cineasta, cámara de televisión, jardinero, ministro, concejal... ha utilizado para tomar alguna decisión trascendental de su vida la tecla \ln de la calculadora? Nadie. Aunque otros la pulsen por él.

La simplificación Matemáticas = Matemáticas escolares es triste pero real. Sobre todo pensando que las Matemáticas constituyen una de las fuerzas que, en gran medida, han contribuido a la creación del mundo moderno y tecnológico que disfrutamos o sufrimos hoy en día.

Y esta visión limitada de las Matemáticas no es un fenómeno local. Ian Steward, en su libro *Cartas a una joven matemática* (Ed. Crítica, 2006) nos dice:

Hay muchas personas que creen que las matemáticas se limitan a lo que se les enseñó en la escuela y que “todo está hecho”. Si pocos estudiantes llegan a darse cuenta de que hay matemáticas fuera de los libros de texto es porque nadie se lo dice.

Hace unos años la RSME editó un folleto "publicitario" sobre las Matemáticas. Por desgracia su difusión fue muy limitada, incluso entre los profesores de la materia, pues contenía un argumentario contundente sobre las "posibilidades" que brinda estudiar Matemáticas. Una de sus secciones se titulaba precisamente "Multiplica tus posibilidades" y en un lenguaje muy comercial nos presentaba las Matemáticas de una forma muy diferente de la habitual:

¿Te gustan las MATEMÁTICAS?

¿Quieres aprobar el examen de tu vida?

Prepárate para el Futuro de la mano de los grandes maestros de la Historia:

Euclides, Pitágoras, Gauss, Euler... ¡4.000 años de experiencia a tu alcance!

Elige la mejor opción. Las MATEMÁTICAS están a tu alrededor, en la mayoría de las actividades diarias.

Conócelas y tendrás la llave del éxito.

Y continuaba trayendo a primer plano las aplicaciones de las Matemáticas a los instrumentos tecnológicos más actuales:

Desarrolla tu potencial intelectual al máximo: aprende cómo funcionan los MP3, los sistemas de televisión o la telefonía digital, qué son las claves criptográficas empleadas en las transacciones bancarias o las compras en Internet, ¿cuál es la Geometría del Universo?

En otra parte del folleto y bajo el atractivo lema: "Atrévete, no seas un cero a la izquierda", nos presentaba el amplio panorama profesional donde se integran matemáticos dentro de equipos multidisciplinarios, cada vez más habituales:

- Profesor.
- Investigador universitario.
- Controlador del tráfico aéreo.
- Periodista científico.
- Criptógrafo.
- Ecólogo de poblaciones.
- Investigador de redes neuronales.
- Experto en el desarrollo de técnicas de la imagen en medicina.
- Diseñador de coches, aviones, etc.
- Analista de predicciones meteorológicas.
- Genetista.
- Experto en aplicaciones estadísticas.
- Analista de mercados financieros.
- Controlador de misiones espaciales.
- Programador informático.
- Corredor de bolsa.
- Cosmólogo.
- Editor de libros científicos.
- Oncólogo.
- Gestor de recursos educativos...

2. EL NUEVO PAPEL DE LAS MATEMÁTICAS

A la luz de esta amplia relación, no exhaustiva por cierto, parece posible establecer un nuevo consenso sobre el papel de las Matemáticas en el mundo actual como frontera de la investigación científica, como motor de

impulso de las tecnologías y como parte fundamental de la cultura de la humanidad; de hecho, nunca como hoy ha sido mayor la necesidad de entender y ser capaz de usar Matemáticas en la vida diaria y en el trabajo.

Los modelos matemáticos entendidos como una representación abstracta de un fenómeno que sirve para comprender mejor el comportamiento de la realidad nos permiten el estudio de todo tipo de fenómenos, y no sólo del mundo físico. Los modelos matemáticos nos permiten analizar y dar respuestas a fenómenos industriales, económicos, financieros, físicos, químicos, biológicos, culturales, administrativos, políticos, históricos, etc.

Algunas de sus aplicaciones más familiares al conjunto de la sociedad son:

Simulación

Es un método numérico que sirve para analizar, diseñar y evaluar el desempeño de un sistema a través de experimentos por computadora. Se aplica en situaciones tan dispares como:

- Finanzas: simular ocurrencias de incidentes para obtener su distribución.
- Economía: simular la elasticidad de la demanda de un bien ante un cambio en su precio dentro de un mercado cambiante.
- Ecología: simular el comportamiento del clima en un ecosistema atendiendo a la variación de los distintos parámetros que lo afectan.
- Biología: simular el crecimiento y desarrollo de un virus en una comunidad de personas.
- Ingeniería industrial: simular los tiempos de entrega, los costos, la cantidad y los niveles de inventario. Diseños y rendimientos de aviones, coches...

Optimización

Son métodos numéricos que buscan minimizar o maximizar una función que represente de manera numérica la delimitación de un problema. Y se aplican, entre muchas otras ramas, en:

- Ingeniería industrial: optimizar la logística utilizada en las rutas de distribución a través de redes de transporte y centros de almacenaje.
- Finanzas: optimizar las tasas de rendimiento de un portafolio de inversión.
- Mercadotecnia: optimizar el *mix* de medios de una campaña publicitaria para obtener mayor impacto bajo un presupuesto definido.
- Transporte: optimizar la logística involucrada en los planes de vuelo.

Pronósticos

Son una serie de técnicas sistemáticas para anticipar eventos o condiciones en el futuro. Sus campos de aplicación son casi ilimitados: desde la industria a la economía, pasando por las decisiones políticas.

Análisis de redes

Una red es una estructura usada para modelar relaciones entre pares de objetos de cierta colección.

Las herramientas matemáticas empleadas van mucho más allá de las clásicas matemáticas escolares:

- Teoría de gráficas (grafos).
- Redes neuronales.

- Procesos estocásticos.
- Modelos probabilísticos.
- Programación lineal.
- Programación no lineal.
- Optimización numérica.
- Investigación operativa.
- Series de tiempo.
- Sistemas dinámicos.
- Estructuras fractales.

Hacer visibles al público en general esas Matemáticas ocultas pero omnipresentes en nuestra sociedad es una obligación de los matemáticos, y también de los profesores, pues la divulgación matemática debe empezar en la escuela.

3. ASPECTOS EDUCATIVOS

- ¿En qué siglo vivió Arquímedes?
- ¿Quién reinaba en Francia cuando vivió Fermat?
- ¿De qué país eran los Bernoulli?
- ¿Dónde desarrolló Euler su trabajo?
- ¿En qué libro publicó Newton su teoría de las fluxiones?
- ¿Quién descubrió la forma de resolver la ecuación cúbica?
- ¿Eran contemporáneos Galois y Lagrange?
- ¿Es cierto que Galileo se inspiró en la Geometría de Descartes para desarrollar algunas de sus ideas de dinámica?...

Muchas de estas preguntas pondrían en un brete a muchos profesores de Matemáticas y no digamos a sus alumnos.

La Matemática es una ciencia original. Muchas son las características que la distinguen de cualquier otra ciencia, unas positivas y otras no tanto. Una de estas últimas, quizás la más llamativa, es el desconocimiento por parte de los profesionales, profesores, alumnos o simples aficionados de su propia historia. Desconocimiento que en países como el nuestro está muy próximo al desprecio de la misma.

Si hacemos una encuesta entre alumnos de Secundaria, Bachillerato o incluso de Universidad solicitando el nombre de diez matemáticos famosos a lo largo de la historia, muy pocos serán capaces de completar la lista. No hablemos ya de los resultados si se trata de ordenar una serie de matemáticos notables asignándoles su país de origen y el siglo en que vivieron. El profesor Antonio José Durán realizó la experiencia con alumnos de los últimos cursos y con profesores de la Universidad de Sevilla, y menos del 5 % fue capaz de ubicar correctamente a los diez matemáticos de más renombre. Yo tuve la ocasión de constatar estos resultados en otras dos ocasiones, la primera en la Universidad de Otoño de la Complutense, en un curso para alumnos del último curso de Matemáticas y para profesores, y en otra ocasión en un curso para profesores en el CEP de Sevilla.

La conclusión es clara. El panorama es más que desolador. Para nuestros alumnos Pitágoras, y poco más, constituye todo el bagaje cultural sobre la historia de una asignatura que están estudiando desde los seis años. Para los alumnos, las Matemáticas no tienen autores: detrás de los resultados, de las fórmulas y de los teoremas no hay personas, ni épocas, ni caras.

Pero la culpa no es suya. ¿Cuántos de nosotros hemos eludido la consideración de la experiencia acumulada en la historia de la Matemática y nos hemos conformado con repetir mecánicamente fórmulas, definiciones y teoremas, sin pensar ni siquiera por qué y para qué comunicar ese conocimiento?

4. TERCER PIE. LOS MATERIALES

Hace unos años podía ser un pretexto la ausencia de materiales de carácter divulgativo para utilizar en el aula. Hoy la oferta, sin ser todo lo extensa que quisiéramos, constituye una aceptable base para dar los primeros pasos en esa aventura divulgativa en el aula que reclamaba Miguel de Guzmán. Este material se centra en:

- Libros de divulgación de historia de las Matemáticas.
- Vídeos y TV.
- Internet: aula de informática, ordenador en el aula + cañón de proyección.
- Exposiciones y murales.

La publicación de libros como *La música de los números primos* de Marcus de Sautoy, editada por Acantilado, nos da el pretexto para poder llevar al aula cuestiones como estas:

Conjetura de Joseph Bertrand (1822-1900)

"Entre n y $2n$ siempre hay un número primo, si $n > 2$ ".

Demostrado por Chebichev en 1850.

Conjetura de Gauss

$$\pi(n) \rightarrow \frac{n}{\ln n}$$

Demostrado en 1896 por Vallée-Puossin y Hadamard.

El famoso Tío Petros y la conjetura de Golbach nos permite mostrar a los alumnos el hecho, sorprendente para ellos, de que hay muchas cuestiones, en apariencia simples, aún, como la famosa conjetura planteada por Golbach a Euler en 1742 y aún no resuelta:

“Todo número par, mayor que dos, es suma de dos números primos”.

Una prueba evidente de que la historia de las Matemáticas es una historia abierta...

Nuestro gran reto es hacer ver primero a los profesores, y luego a través de ellos a los alumnos, que los verdaderos protagonistas de las Matemáticas no son los teoremas, las fórmulas y los algoritmos. Que los auténticos protagonistas son los libros, las revistas, los periódicos, los documentales, los programas de radio, la televisión, los vídeos, los museos de ciencias, las exposiciones temporales, las conferencias divulgativas, Internet, el *software* informático, los juegos y los concursos y olimpiadas matemáticas... y por supuesto los investigadores y los profesores de Matemáticas de todos los niveles, desde infantil hasta la universidad, deben ser los instrumentos a movilizar en esta gran empresa.

Y vosotros sois la vanguardia de este reto. Vosotros también sois los verdaderos protagonistas. Gracias por vuestra atención y vuestros ánimos.